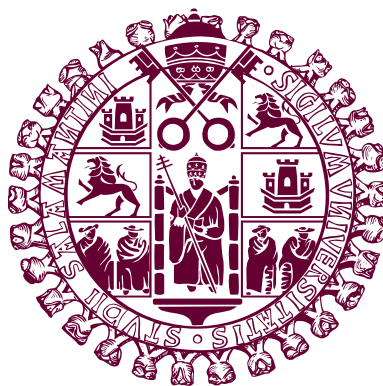


Memoria
del Proyecto de Innovación Docente

**CmLaB, LABORATORIO VIRTUAL
PARA CIENCIA E INGENIERÍA DE
MATERIALES**



Profesor Responsable

Beatriz González Martín

Área de Ciencia e Ingeniería de Materiales
Departamento de Construcción y Agronomía
Escuela Politécnica Superior de Zamora

Entidad financiadora

Universidad de Salamanca

Periodo de desarrollo

Julio/2010 – Junio/2011

Dirigido al:

Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. OBJETIVOS	3
1.2. EQUIPO	4
2. DESCRIPCIÓN DE ACTUACIONES	4
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	8
4. RECURSOS EMPLEADOS	9
5. ORGANIZACIÓN DE TAREAS	10
6. RESULTADOS	12
7. REFERENCIAS.....	12

1. INTRODUCCIÓN

Con este proyecto se ha pretendido mejorar la docencia que se imparte en varias asignaturas del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica (Tabla 1). Actualmente la actividad formativa se realiza mediante clases teóricas y de problemas en el aula, y a través de prácticas en los laboratorios del área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. La mejora de la docencia se quiere realizar con la creación de un Laboratorio Virtual de Ciencia e Ingeniería de Materiales, que complemente y ayude a entender el resto de actividades formativas que se llevan a cabo.

Tabla 1. Asignaturas involucradas en el proyecto de innovación docente.

Asignatura	Carrera	Facultad/Escuela
Ciencia de los Materiales	Grado en Ingeniería Geológica	Fac. de Ciencias
Fundamentos de Ciencia y Tecnología de los Materiales	Ingeniería Geológica	Fac. de Ciencias
Plasticidad y Fractura de Materiales	Ingeniería Geológica	Fac. de Ciencias
Materiales	Ingeniería Técnica Industrial rama Mecánica	E.P.S. de Zamora
Fractura de Materiales	Ingeniería de Materiales	E.P.S. de Zamora

1.1. OBJETIVOS

El propósito de este proyecto ha sido el diseño e implantación en la plataforma *Studium* del “*CmLab Laboratorio Virtual de Ciencia e Ingeniería de Materiales*” donde el estudiante pueda conocer y comprender las prácticas y los ensayos realizados en un Laboratorio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. En este laboratorio virtual se incluyen vídeos de prácticas y ensayos propios de este campo, abundantes fotografías y resultados de las propiedades mecánicas de diversos materiales elaborados a partir de los ensayos, además de un conjunto de actividades interactivas de repaso.

Las ventajas de este sistema son varias. El estudiante puede experimentar los ensayos sin riesgos físicos para su persona, en cualquier momento y sin coste adicional (lo que supone un gran ahorro económico). El proceso de aprendizaje se hace más dinámico, el estudiante interviene de forma más activa y los contenidos se muestran de forma más atractiva, consolidándose así la autonomía de los estudiantes, en orden no sólo a la realización de las actividades, sino también en cuanto a la planificación y dirección de las mismas.

1.2. EQUIPO DEL PROYECTO

El grupo de innovación docente en Ingeniería de Materiales “GrIDIM”, está formado por los siguientes profesores pertenecientes a la Universidad de Salamanca y que desarrollan su docencia en la E.P.S. de Zamora:

- Dr. Jesús Toribio Quevedo (Ingeniero de Caminos Canales y Puestos) Catedrático de Universidad en el área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica.
- Dra. Beatriz González Martín (Ingeniero de Materiales e Ingeniero Industrial), profesor Ayudante Doctor del área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica.
- Dr. Juan Carlos Matos Franco (Ingeniero de Materiales e Ingeniero Técnico Informático), profesor Contratado Doctor del área de Informática y Automática que, además de tener amplios conocimientos en Ciencia e Ingeniería de Materiales es el encargado de proporcionar apoyo informático.

2. DESCRIPCIÓN DE ACTUACIONES

Las asignaturas de Ciencia e Ingeniería de Materiales son de carácter fenomenológico y la teoría es necesario complementarla con la realización de sus correspondientes prácticas de laboratorio. Éstas prácticas no se pretenden eliminar de la docencia, si no que han sido reforzadas con la introducción de un Laboratorio Virtual de

Ciencia e Ingeniería de Materiales que facilitará el análisis y comprensión de los ensayos mecánicos y de las técnicas de caracterización de materiales. Las actuaciones que se han llevado a cabo son:

- Búsqueda de los conocimientos y habilidades que el estudiante debe trabajar en este laboratorio, relativas a la Ciencia e Ingeniería de Materiales. El estudiante de Ingeniería de Materiales, Ingeniería Industrial rama Mecánica e Ingeniería Geóloga, así como los estudiantes de los grados en los cuales se están transformando dichas carreras, Grado en Ingeniería de Materiales, Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Ingeniería Geológica, debe tener conocimiento de las propiedades de los materiales con el fin de realizar una adecuada selección de los mismos, y es a partir de la realización de ensayos mecánicos como se van a obtener las propiedades mecánicas de los distintos materiales.
- Elaboración de videos sobre prácticas y ensayos de laboratorio propios de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. Se realizaron videos de las siguientes prácticas de laboratorio: ensayo de dureza Rockwell, ensayo de microdureza Vickers, ensayo de tracción simple, ensayo de compresión, ensayo de flexión en tres puntos, ensayo de fractura (cálculo de K_{IC}), ensayo de fatiga (Figura 1), análisis microestructural y análisis fractográfico. Además, se han realizado numerosas fotografías relativas fundamentalmente a la microestructura de los aceros y a diferentes superficies de fractura.
- Construcción de una serie de unidades didácticas elaboradas en base a las prácticas de forma que este material docente sea muy visual, con abundantes gráficas, imágenes, dibujos, esquemas, etc. (Figura 2). Las diferentes unidades didácticas han sido: ensayo de tracción simple, compresión y flexión, ensayos de dureza (Figura 3), ensayos de fractura, ensayos de crecimiento subcrítico de fisuras, análisis de superficies de fractura y análisis microestructural.
- Realización de una serie de actividades interactivas, donde el estudiante refuerce los conocimientos adquiridos, realizadas con el programa *Hot Potatoes* (ejercicios de elección múltiple, rellenar huecos, emparejamiento u ordenación, reconstrucción de frases o párrafos, y crucigramas), las cuales permiten una perfecta integración en la plataforma *Studium* (Figuras 4 y 5).

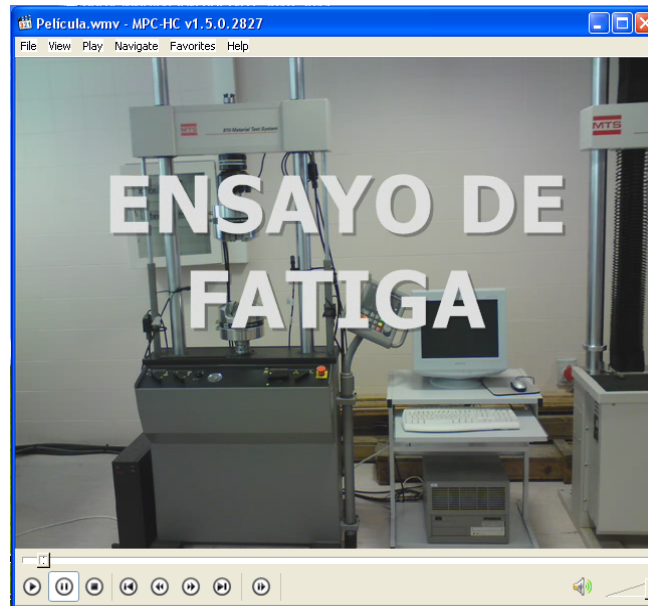


Figura 1. Vídeo de un ensayo de fatiga.

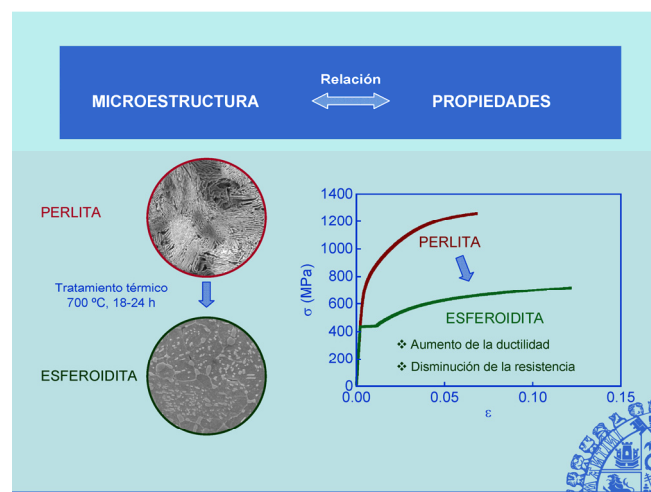


Figura 2. Unidad didáctica: análisis de la microestructura.



Figura 3. Unidad didáctica: ensayos de dureza.



Figura 4. Ejercicio de emparejamiento (*Hot Potatoes*).

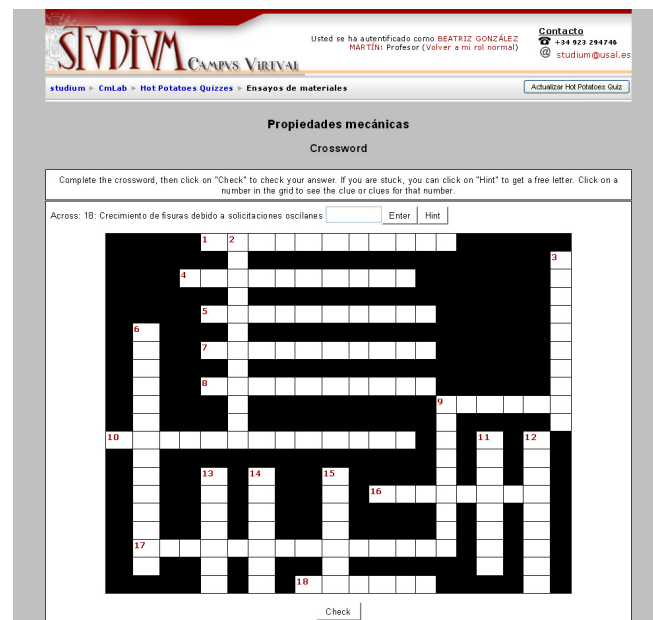


Figura 5. Crucigrama (*Hot Potatoes*).



Figura 6. Página de presentación del Laboratorio virtual.

- Finalmente todo el material elaborado se ha integrado en la plataforma *Studium* (en el campus virtual de la Universidad de Salamanca) de modo que el estudiante tenga fácil acceso a él (Figura 6).

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El material didáctico que se ha realizado permite que el estudiante disponga de una serie de recursos multimedia interactivos que le supongan una herramienta complementaria para el desarrollo del curso, de modo que adquiera más fácilmente determinados conocimientos y habilidades importantes en las asignaturas de Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Este material ha sido estructurado como un conjunto de sesiones interactivas que el estudiante seguirá a través del campus virtual de la Universidad (plataforma *Studium*). Cada una de las sesiones está compuesta de diversos módulos que incluyen vídeos realizados en los laboratorios sobre prácticas relativas a la Ciencia e Ingeniería de Materiales, elaboración de los resultados obtenidos en las prácticas y actividades de repaso de los conocimientos adquiridos.

La metodología en general está diseñada de forma que el estudiante sea reflexivo sobre el porqué de las actividades que realiza, de modo que tenga un mayor conocimiento del proceso y el resultado. Con ella se establece una enseñanza interactiva aprovechando los recursos de las nuevas tecnologías, con contenidos más atractivos para el estudiante y donde éste tenga un alto grado de participación. Otra ventaja del nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje es que el alumno tiene acceso en cualquier momento a este material.

Con el laboratorio virtual se busca, además de la adquisición de las competencias propias de las asignaturas de Ciencia e Ingeniería de Materiales, que el estudiante alcance competencias transversales como la toma de decisiones, el desarrollo del razonamiento crítico, la búsqueda de información y el aprendizaje de nuevas tecnologías. Todas ellas de gran importancia para su futuro profesional.

4. RECURSOS EMPLEADOS

Los recursos utilizados para la realización de este proyecto de Innovación Docente han sido los siguientes (Figura 7):

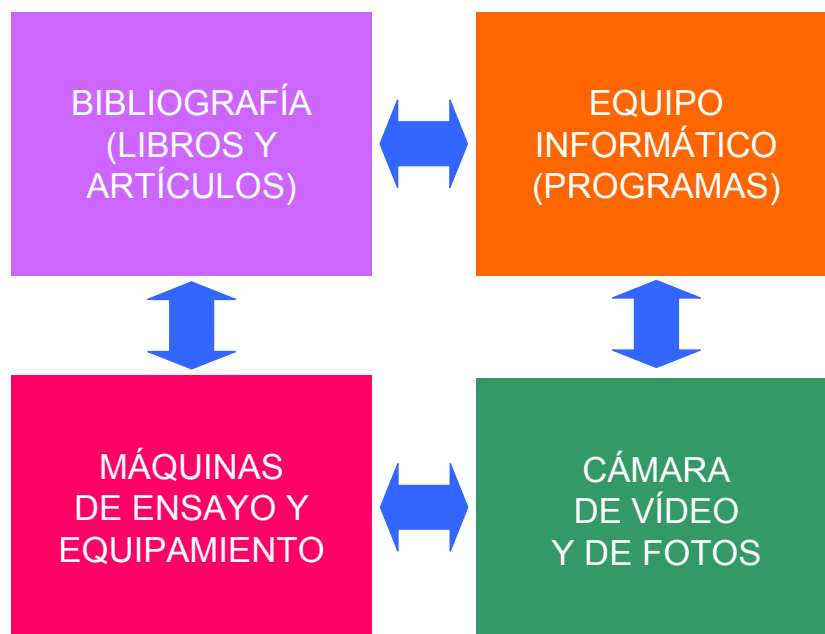


Figura 7. Recursos empleados.

- Libros y artículos relacionados con este proyecto, disponibles en el departamento, bibliotecas o a través de Internet, relativos fundamentalmente a la realización de ensayos mecánicos en Ciencia e Ingeniería de Materiales, a la elaboración de material docente y a la creación de laboratorios virtuales.
- Máquinas de ensayo y equipamiento científico, disponibles en los laboratorios del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica: máquinas de ensayo estático (200, 100 y 5 kN), máquina de ensayo dinámico (100 kN), durómetro, microdurómetro, microscopio óptico invertido (metalográfico), horno para tratamientos térmicos, cortadoras, embutidora automática, pulidora automática y equipo de ultrasonidos.
- Equipo de vídeo (con trípode) para la grabación de la realización de los ensayos mecánicos y otras prácticas propias de un laboratorio de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Cámaras de fotos unidas a diversos dispositivos ópticos que permiten hacer fotografías a elevado número de aumentos.

- Un ordenador, con conexión a Internet, para la creación de los tutoriales, desarrollar las aplicaciones informáticas y subirlas a la plataforma *Studium*, donde está “ubicado” el laboratorio virtual. Los programas informáticos que se utilizaron para la elaboración del material docente fueron: Microsoft Office PowerPoint 2003, Microsoft Office Excel 2003, Mathtype, Adobe Photoshop CS4, Autodesk AutoCAD 2010, Windows Movie Maker, Kaleidagraph, Hot Potatoes y AnalySIS.

5. ORGANIZACIÓN DE TAREAS

Para organizar el trabajo se realizaron reuniones periódicas donde se concretaron las diversas sesiones didácticas y se repartieron las tareas. Cada cuatro semanas de trabajo se realizó una unidad didáctica (Figura 8).

- La primera semana se plantearon los conocimientos y habilidades que el estudiante debía adquirir y con qué actividades de tipo práctico podía el estudiante adquirirlas, haciendo además un reparto de tareas entre los miembros del equipo de trabajo.
- La segunda semana se realizaron una serie de prácticas y ensayos de laboratorio relacionados con la Ciencia e Ingeniería de Materiales, que fueron grabados en video en los laboratorios del área de Ciencia de Materiales. Además se tomaron gran número de fotografías y los resultados de los ensayos fueron elaborados.
- La tercera semana se construyó con el material recopilado la unidad didáctica, incluyendo además diversas actividades interactivas, de forma que el estudiante pueda demostrar que ha adquirido los conocimientos y habilidades planteadas como objetivo en la elaboración del laboratorio virtual.
- Por último, la cuarta semana, se analizó el resultado obtenido haciéndose las modificaciones que se estimaron oportunas. En todo momento se ha mantenido la interacción entre los miembros del grupo de trabajo.

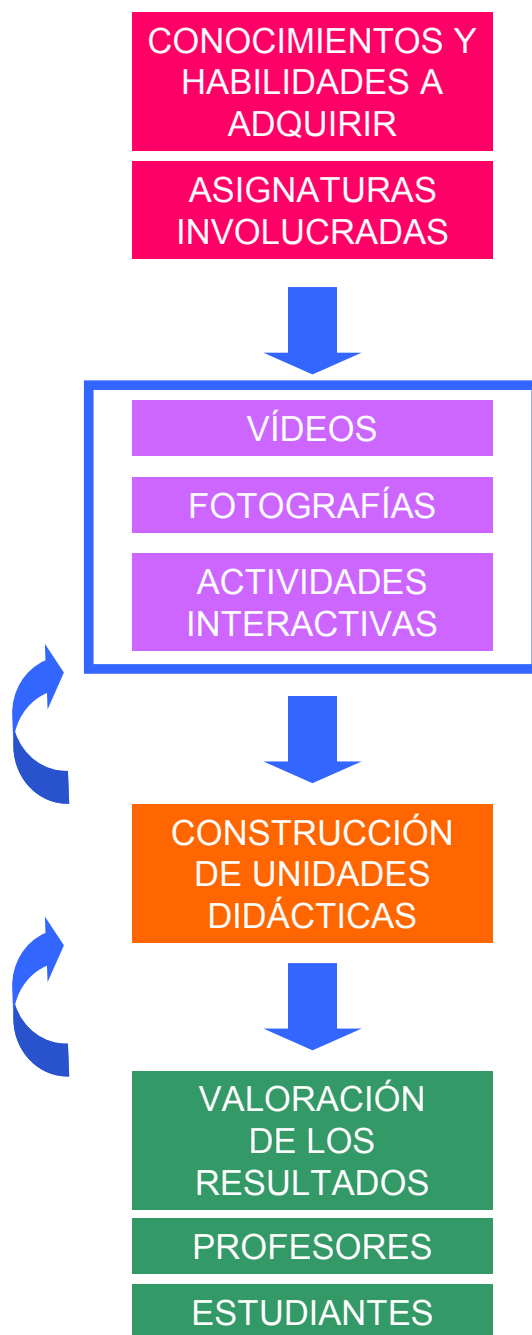


Figura 8. Organización de tareas.

Una vez realizadas las sesiones por los estudiantes (a través de la plataforma *Studium*), en función de su respuesta y a través de su valoración y la del equipo de investigación docente, se han ido actualizando las sesiones, de modo que se ha establecido un control para la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, la aplicación se ha optimizado con la retroalimentación generada a partir de los resultados del aprendizaje y de la valoración por parte de docentes y estudiantes.

6. RESULTADOS

Con este proyecto se ha diseñado *CmLab Laboratorio Virtual de Ciencia e Ingeniería de Materiales*, un material docente de fácil acceso para el estudiante (a través de la plataforma *Stadium* en el campus virtual de la Universidad de Salamanca), donde puede adquirir conocimientos y habilidades relevantes en las asignaturas del área de Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Con este proyecto se mejora tanto la enseñanza como el aprendizaje, a partir de un mayor conocimiento y una mejor comprensión de ensayos y prácticas propias de la caracterización mecánica y microestructural de materiales. De modo que el estudiante tiene acceso a un material docente en Ciencia e Ingeniería de Materiales, de gran contenido práctico y de carácter innovador.

Este Proyecto de Innovación Docente se aplica a diversas asignaturas de distintas titulaciones (y Facultades/Escuelas) con un papel relevante en la docencia que se imparte en ellas. En el caso de la docencia en el grado en Ingeniería Geológica (Facultad de Ciencias) tiene un impacto aún mayor, ya que no se dispone de laboratorios “físicos” de Ciencia de Materiales.

Este proyecto permite un aprendizaje por tanto más agradable y atractivo de las asignaturas relativas a la Ciencia e Ingeniería de Materiales, además de conseguir una intervención más activa del estudiante, pues puede experimentar por su cuenta lo que se le explica en la teoría. Se busca pues un modelo de enseñanza-aprendizaje más centrado en el estudiante que sea más dinámico y de mayor calidad. Por tanto, este proyecto de innovación docente se enmarca dentro del cambio metodológico requerido en la enseñanza universitaria con la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior (E.E.E.S.).

7. REFERENCIAS

Anderson, E.E., Hashemi, J. (2006). Virtual laboratories: changing engineering education. 9th International Conference on Engineering Education M3E-1, pp. 1-5.

ASM Metals Handbook (1990). Volume 1. Properties and selection: iron, steels and high-performance alloys. ASM International.

ASM Metals Handbook (1990). Volume 7. Atlas of microstructure. ASM International.

Brübner, K., Pingel, K., Dressel, H.-P., Becker, J., Reiner, C., Schlosser, M., Christ, H.-J. (2001). La enseñanza de técnicas de caracterización de materiales: un método interdisciplinario para desarrollar software interactivo multimedia para la enseñanza aprendizaje basado en la red. *Journal of Materials Education* **23**, 105-111.

Coca, P., Rosique, J. (1989). Ciencia de materiales: teoría, ensayos y tratamientos (12^a ed.). Editorial Pirámide.

Desarrollo de un software interactivo para el estudio de la estructura de la materia. Barbero, S., Barbero, S. Universidad de Córdoba.

<<http://rabfis15.uco.es/Estructura%20Materia/animaciones/presentacion/presentacion.swf>>
[consulta 28 de junio del 2011]

Dobrzański, L.A., Jagiełło, A., Honysz, R. (2008). Virtual tensile test machine as an example of Material Science Virtual Laboratory post. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* **27**, 207-210.

Dobrzański, L.A., Honysz, R. (2010). The idea of material science virtual laboratory. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* **42**, 196-203.

Eliche-Quesada, D., Iglesias-Godino, F.J., Pérez-Villarejo, L., Corpas-Iglesias, F.A. (2010). Elaboración de material docente multimedia para la enseñanza práctica de Ciencia de los Materiales. *Iniciación a la Investigación* **e4:c14**, 16-19.

Goodhew, P.J. (2002). Programas interactivos (software) para la enseñanza de materiales. *Journal of Materials Education* **24**, 39-44.

La Rubia, M.D., Pacheco, R., Sánchez, A., Sánchez, A. (2008). Prácticas de laboratorio de deterioro de materiales en imágenes. *Iniciación a la Investigación* **e3:a31**, 1-4.

Lloret, J., Tomás, J., Jiménez, J.M. (2004). Active learning for engineering based on discovery learning. International Symposium on new Methods and Curricula in Engineering Education in a new Europe, Valladolid, pp. 1-8.

Marín, P. (2009). La utilización de los recursos actualmente existentes en Internet para la enseñanza de Ingeniería de Materiales. Proyecto Fin de Carrera. Universidad Autónoma de Barcelona.

Matter [en línea]. University of Liverpool.

<<http://www.matter.org.uk>> [consulta 28 de junio del 2011]

McCutchan, J. (2007). A generative approach to a virtual material testing laboratory. Thesis. McMaster University.

Normas ASTM para ensayos de materiales. American Society for testing and materials (ASTM), West Conshohocken, USA.

Núñez, C., Roca, A., Jorga, J. (2004). Comportamiento mecánico de los materiales (vol. II): ensayos mecánicos - Ensayos no destructivos. Universidad de Barcelona.

Pankov, I., Karaminkova, E. (2004). Virtual laboratory as a tool to increase student's research work. International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2004, pp. 1-7.

Pérez, R., Pujadas, J. (2005). Diseño de un CD interactivo didáctico sobre las propiedades mecánicas de materiales plásticos. Master Thesis. Universidad de Cataluña.

Presentación de Tecnología Industrial II. Apuntes Tema 1 - Materiales [en lineal]

<http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/bach/tecind2/Tema_1/index.html> [consulta 28 de junio del 2011]

Tolosa, J., Bárcenas, J., Domínguez, J.A. (2003). Recursos electrónicos para la elaboración de material multimedia en la docencia. XIX Simposio Internacional de Computación en la Educación SOMECE, pp. 1-8.

Torres, J. (2007). Software para la enseñanza didáctica de Mecánica de Materiales. 5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007), pp. 1-7.

Torres, J. (2008). Filosofía de enseñanza de Mecánica de Materiales para los ingenieros del siglo XXI. 6th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2008), pp. 1-9.